

18 MAR 2004

WIPO PCT

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 2004/001150

04. 2. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 5月13日

出願番号  
Application Number: 特願2003-134745

[ST. 10/C]: [JP 2003-134745]

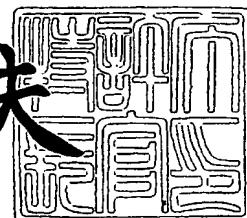
出願人  
Applicant(s): 住友金属工業株式会社

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3016971

【書類名】 特許願  
【整理番号】 50467S2295  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 C22C 9/00  
【発明の名称】 安全工具用 Cu 合金およびその製造方法  
【請求項の数】 7  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
住友金属工業株式会社内  
【氏名】 前原 泰裕  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
住友金属工業株式会社内  
【氏名】 米村 光治  
【特許出願人】  
【識別番号】 000002118  
【氏名又は名称】 住友金属工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100093469  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 杉岡 幹二  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100083585  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 穂上 照忠  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 211167  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0301248  
【包括委任状番号】 9710230  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】安全工具用Cu合金およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、Cr:0.4～3.0%およびTi:0.1～5.0%を含有し、残部がCuおよび不純物からなり、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上のものの単位面積当たりの個数が合計で100個/mm<sup>2</sup>以下であることを特徴とする安全工具用Cu合金。

【請求項2】

質量%で、Cr:0.4～3.0%およびTi:0.1～5.0%を含有し、さらにSn:0.01～1.5%、Mn:0.01～1.0%、Co:0.01～1.0%、Zr:0.01～1.0%、Si:0.01～1.0%、Mg:0.01～1.0%、Fe:0.01～1.0%、Al:0.01～1.0%、Zn:0.01～1.0%、Ni:0.01～1.0%およびP:0.001～0.15%の1種以上を総量で0.001～2.0%含み、残部がCuおよび不純物からなり、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上のものの単位面積当たりの個数が合計で100個/mm<sup>2</sup>以下であることを特徴とする安全工具用Cu合金。

【請求項3】

質量%で、Cr:0.4～3.0%およびTi:0.1～5.0%を含有し、残部がCuおよび不純物からなるCu合金を溶製し、鋳造して得た鋳片を、少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450℃までの温度域において、0.5℃/s以上の冷却速度で冷却することによって、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上のものの単位面積当たりの個数を合計で100個/mm<sup>2</sup>以下とすることを特徴とする安全工具用Cu合金の製造方法。

【請求項4】

質量%で、Cr:0.4～3.0%およびTi:0.1～5.0%を含有し、さらにSn:0.01～1.5%、Mn:0.01～1.0%、Co:0.01～1.0%、Zr:0.01～1.0%、Si:0.01～1.0%、Mg:0.01～1.0%、Fe:0.01～1.0%、Al:0.01～1.0%、Zn:0.01～1.0%、Ni:0.01～1.0%およびP:0.001～0.15%の1種以上を総量で0.001～2.0%含み、残部がCuおよび不純物からなるCu合金を溶製し、鋳造して得

た鋳片を、少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450 ℃までの温度域において、0.5 ℃/s以上の冷却速度で冷却することによって、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が $10 \mu\text{m}$ 以上のものの単位面積当たりの個数を合計で100 個/ $\text{mm}^2$ 以下とすることを特徴とする安全工具用Cu合金の製造方法。

#### 【請求項 5】

質量%で、Cr:0.4 ~3.0 %およびTi:0.1 ~5.0 %を含有し、残部がCuおよび不純物からなるCu合金を溶製し、鋳造して得た鋳片を、少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450 ℃までの温度域において、0.5 ℃/s以上の冷却速度で冷却し、450 ℃以下の温度域で加工した後、280~550℃の温度域で10分~72時間保持する熱処理に供することによって、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が $10 \mu\text{m}$ 以上のものの単位面積当たりの個数を合計で100 個/ $\text{mm}^2$ 以下とすることを特徴とするCu合金の製造方法。

#### 【請求項 6】

質量%で、Cr:0.4 ~3.0 %およびTi:0.1 ~5.0 %を含有し、さらにSn:0.01~1.5 %、Mn:0.01~1.0 %、Co:0.01~1.0 %、Zr:0.01~1.0 %、Si:0.01~1.0 %、Mg:0.01~1.0 %、Fe:0.01~1.0 %、Al:0.01~1.0 %、Zn:0.01~1.0 %、Ni:0.01~1.0 %およびP:0.001 ~0.15%の1種以上を総量で0.001 ~2.0 %含み、残部がCuおよび不純物からなるCu合金を溶製し、鋳造して得た鋳片を、少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450 ℃までの温度域において、0.5 ℃/s以上の冷却速度で冷却し、450 ℃以下の温度域で加工した後、280~550℃の温度域で10分~72時間保持する熱処理に供することによって、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が $10 \mu\text{m}$ 以上のものの単位面積当たりの個数を合計で100 個/ $\text{mm}^2$ 以下とすることを特徴とする安全工具用Cu合金の製造方法。

#### 【請求項 7】

450 ℃以下の温度域での加工および280~550℃の温度域で10分~72時間保持する熱処理を複数回行うことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の安全工具用Cu合金の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

### 【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、弾薬庫や炭坑等、火花から引火して爆発する危険性がある場所で用いられる掘削棒やスパナ、チェンブロック、ハンマー、ドライバー、レンチ、ニッパーなどの工具（これらを総称して本発明では「安全工具」という）の材料として使用して好適な安全工具用Cu合金とその製造方法に係り、特に、Pb、Cd、Be等の環境に悪影響を及ぼす元素を用いず、熱伝導率との関係において従来のものより高い引張強度と耐火花発生性を有し、且つ耐摩耗性にも優れる安全工具用Cu合金とその製造方法に関する。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

前記の安全工具用材料としては、工具鋼に匹敵する機械的性質、例えば強度や耐摩耗性が要求されるのは言うまでもなく、爆発の原因となる火花が出ないこと、すなわち耐火花発生性に優れることが要求される。そのためには、熱伝導性、すなわち伝導率が高い必要があり、従来よりCu合金、中でもBeの時効析出による強化を狙ったCu-Be合金が多用されてきた。

### 【0003】

しかし、Cu-Be合金は、合金を構成するBeがPb、Cdに次いで環境に有害な物質であり、その製造工程やこの合金を安全工具に加工する工程、および工具の使用中において有害なBe酸化物が生成する。このため、その対策に費用がかかりコスト高につく他、工具のリサイクル過程でも問題となり、昨今の環境問題に照らして非常に問題の多い材料である。にもかかわらず、Cu-Be合金が安全工具用材料として多用されてきたのは次の理由による。

### 【0004】

図1は、Cu合金の導電率 [IACS(%)] と熱伝導度 [TC(W/m·K)] の関係を示し、両者はほぼ1:1の関係にあり、導電率 [IACS(%)] を高めることは熱伝導度 [TC(W/m·K)] を高めること、言い換えれば耐火花発生性を高めることに他ならない。すなわち、工具使用に際して工具に打撃等による急激な力が加わると火花が発生するのは、衝撃等により発生する熱によって合金中の特定の成分が燃焼するためである。非特許文献1にもあるように、鋼では熱伝導度がCuに比べて1/5

以下と低いために容易に局所的な温度上昇を招き、Cを含有するために「C+O<sub>2</sub>→CO<sub>2</sub>」の反応を起こして火花を発生するのである。事実、Cを含有しない純鉄では火花の発生しないことが知られている。他の金属で火花を発生しやすいのは、TiまたはTi合金であるが、これはCuに比べて熱伝導率が1/20と極めて低いことに加えて、「Ti+O<sub>2</sub>→TiO<sub>2</sub>」の反応が起こるためである。本発明に係るCu合金でもTiを含有するが、その含有量が微量であることに加えて、熱伝導率が高く発生した熱が速やかに合金中に拡散し、特定成分の発火に至らないために、火花は発生しないのである。なお、図1は非特許文献2に示されるデータを整理したものである。

#### 【0005】

しかし、導電率 [IACS(%)] と引張強さ [TS(MPa)] とはトレードオフの関係にあり、両者を同時に高めることは極めて困難で、従来にあっては工具鋼並の高い引張強度TSを有しながら十分に高い熱伝導度TCを具備するCu合金としては、上記のCu-Be合金以外になかったためである。

#### 【0006】

このため、Pb、Cd、Be等の環境に有害な元素を用いない環境に優しい安全工具用材料としてのCu合金の出現が待望されている。

#### 【0007】

なお、Be等の有害な元素を含まないCu合金としては、例えば特許文献1や特許文献2および上記の非特許文献2に示されるものがあるが、いずれの合金も安全工具用としては不十分なものでしかない。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開昭61-250134号公報

##### 【特許文献2】

特開平2-170932号公報

##### 【非特許文献1】

工業加熱、Vol.36、No.3(1999)、(社)日本工業炉協会、59頁、

##### 【非特許文献2】

伸銅品データブック、平成9年8月1日、日本伸銅協会発行、328～355頁

### 【0009】

#### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の第1の目的は、Be等の環境に有害な元素を用いないCu合金であって、導電率IACSとの関係において高い引張強度TSと耐火花発生性を有するとともに、耐摩耗性にも優れた安全工具用Cu合金を提供することである。本発明の第2の目的は、前記の安全工具用Cu合金の製造方法を提供することである。

### 【0010】

なお、「導電率IACSとの関係において高い引張強度TS】を有する」とは、導電率IACSが10%以上、引張強度TSが900MPa以上であることを意味する。

### 【0011】

安全工具用としてのCu合金には、上記のような引張強度TSおよび導電率IACSの特性のほか、耐摩耗性も要求される。従って、耐摩耗性としても、工具鋼と同等のレベルであることを目標とする。具体的には、室温下における硬さが、ビックカース硬度で280以上であることを耐摩耗性が優れることとする。

### 【0012】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は、下記の(1)に示す安全工具用Cu合金および(2)に示す安全工具用Cu合金の製造方法を要旨とする。

### 【0013】

(1) 質量%で、Cr:0.4～3.0%およびTi:0.1～5.0%を含有し、残部がCuおよび不純物からなり、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が $10\mu\text{m}$ 以上のものの単位面積当たりの個数が合計で $100\text{ 個}/\text{mm}^2$ 以下であることを特徴とする安全工具用Cu合金。

### 【0014】

上記の(1)に記載の安全工具用Cu合金は、Cuの一部に代えて、Sn:0.01～1.5%、Mn:0.01～1.0%、Co:0.01～1.0%、Zr:0.01～1.0%、Si:0.01～1.0%、Mg:0.01～1.0%、Fe:0.01～1.0%、Al:0.01～1.0%、Zn:0.01～1.0%、Ni:0.01～1.0%およびP:0.001～0.15%の1種以上を総量で0.001～2.0

%含有してもよい。

### 【0015】

(2) 上記の(1)に記載の化学組成を有するCu合金を溶製し、铸造して得た铸片を、少なくとも铸造直後の铸片温度から450℃までの温度域において、0.5℃/s以上の冷却速度で冷却することによって、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上のものの単位面積当たりの個数を合計で100個/mm<sup>2</sup>以下とすることを特徴とする安全工具用Cu合金の製造方法。

### 【0016】

上記の(2)に記載の安全工具用Cu合金の製造方法は、冷却後、450℃以下の温度域で加工した後、280～550℃の温度域で10分～72時間保持する熱処理に供することが望ましい。また、450℃以下の温度域での加工および280～550℃の温度域で10分～72時間保持する熱処理を複数回行うことが更に望ましい。

### 【0017】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の説明において、各元素の含有量についての「%」は「質量%」を意味する。

### 【0018】

#### 1. 本発明の安全工具用Cu合金について

##### (A) 化学組成について

Cr: 0.4～3.0%

Crの含有量が0.4%を下回ると、強度が不十分となるとともに、Tiを0.1%以上含有させても強度と耐火花発生性（熱伝導度）のバランスがよい合金が得られない。一方、Crを3.0%を超えて含有させると、金属Crが粗大に析出して耐衝撃特性等に悪影響を及ぼす。従って、Cr含有量を0.4～3.0%と規定した。

### 【0019】

Ti: 0.1～5.0%

Tiの含有量が0.1%未満の場合、十分な強度が得られない。しかし、その含有量が5.0%を超えると、強度は上昇するものの耐火花発生性（熱伝導度）が劣化するとともに、铸造時にTiの偏析を招いて均質な铸片が得られにくくなる。従つ

て、Tiの含有量を0.1~5.0%とした。

#### 【0020】

本発明のCu合金の一つは、上記の化学組成を有し、残部がCuおよび不純物からなるものである。また、本発明のCu合金のもう一つは、上記の化学成分を有し、Cuの一部に代えて、Sn:0.01~1.5%、Mn:0.01~1.0%、Co:0.01~1.0%、Zr:0.01~1.0%、Si:0.01~1.0%、Mg:0.01~1.0%、Fe:0.01~1.0%、Al:0.01~1.0%、Zn:0.01~1.0%、Ni:0.01~1.0%およびP:0.001~0.15%の1種以上を総量で0.001~2.0%含むものである。

#### 【0021】

これらの元素は、いずれも強度と耐火花発生性(熱伝導度)のバランスを維持しつつ、耐食性および耐摩耗性を向上させる効果を有する元素である。この効果は、Sn、Mn、Co、Zr、Si、Mg、Fe、Al、ZnおよびNiがそれぞれ0.01以上含有されているとき、Pが0.001%以上含有されているときに發揮される。しかし、これらの含有量が過剰な場合には、耐火花発生性(熱伝導度)が低下する。従って、これらの元素を含有させる場合のそれぞれの元素の含有量を、Snは0.01~1.5%、Mnは0.01~1.0%、Coは0.01~1.0%、Zrは0.01~1.0%、Siは0.01~1.0%、Mgは0.01~1.0%、Feは0.01~1.0%、Alは0.01~1.0%、Znは0.01~1.0%、Niは0.01~1.0%、Pは0.001~0.15%とするのが望ましい。

#### 【0022】

さらに、これらの元素の含有量が上記の範囲内であっても、これらの元素の含有量の総量が0.001%を下回ると、上記の効果が得られず、2.0%を超えると、耐火花発生性(熱伝導性)が劣化する。従って、上記の元素の1種以上を含有させる場合には、その総量を0.001~2.0%に範囲内に制限するのが望ましい。

#### 【0023】

##### (B) 析出物および介在物の個数について

本発明の安全工具用Cu合金においては、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が $10\mu\text{m}$ 以上のものの単位面積当たりの個数が合計で100個/mm<sup>2</sup>以下であることが必要である。

#### 【0024】

本発明の安全工具用Cu合金では、Cu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crを微細に析出させることによって、耐火花発生性(熱伝導度)を低下させることなく強度を向上させることができる。これらは、析出硬化により強度を高めるが、耐火花発生性(熱伝導度)を低下させないからである。しかし、Cu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crの粒径が10 μm以上と粗大に析出したり、10 μm以上の粗大なTi-Cr化合物が時効工程に至る前に存在すると、延性が低下して安全工具への加工時に割れが発生し易くなる。また、使用時の耐衝撃特性に悪影響を及ぼすことがある。特に、凝固後の冷却時に粗大なTi-Cr化合物が生成すると、その後の加工工程で割れが生じやすくなり、また、時効処理工程で硬さが増加しすぎるので、Cu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crの微細析出を阻害し、Cu合金の高強度化が困難となる。このような問題は、10 μm以上の析出物および介在物が合金中に単位面積当たり100 個/mm<sup>2</sup>を超えて存在する場合に顕著となる。

#### 【0025】

このため、本発明では、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10 μm以上のものの単位面積当たりの個数が合計で100 個/mm<sup>2</sup>以下であることを必須要件として規定した。望ましい個数は、70個/mm<sup>2</sup>以下であり、更に望ましいのは、50個/mm<sup>2</sup>以下である。なお、これらの粒径および個数は、実施例に示す方法により求められる。

#### 【0026】

##### 3. 本発明の安全工具用Cu合金の製造方法について

本発明の安全工具用Cu合金においては、Cu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crの微細析出を妨げるTi-Cr化合物等の介在物が鋳片の凝固直後の時点で生成している。従って、このような介在物は、仮に、鋳造後に溶体化処理を施し、この溶体化温度を上げても固溶化は期待できない。

#### 【0027】

そこで、本発明の安全工具用Cu合金の製造方法においては、上記の化学組成を有するCu合金を溶製し、鋳造して得た鋳片を、少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450 °Cまでの温度域において、0.5 °C/s以上の冷却速度で冷却することによって、合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10 μm以上のものの単位

面積当たりの個数を合計で100 個/mm<sup>2</sup>以下とすることとした。この冷却後には、450 ℃以下の温度域で加工した後、280～550℃の温度域で10分～72時間保持する熱処理に供することが望ましく、450 ℃以下の温度域での加工および280～550℃の温度域で10分～72時間保持する熱処理を複数回行うことが更に望ましい。

### 【0028】

(A) 少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450 ℃までの温度域における冷却速度を0.5 ℃/s以上とすることについて

金属Cr、Cu<sub>4</sub>TiまたはTi—Cr化合物は280 ℃以上の温度域で生成される。特に、鋳造直後の鋳片温度から450 ℃までの温度域における冷却速度が遅いと、Ti—Cr化合物が粗大に生成し、その粒径が10 μm以上、更には数百 μmに達することがある。また、CrおよびCu<sub>4</sub>Tiも10 μm以上に粗大化する。このような粗大な析出物および介在物が生成した状態では、その後の加工時に割れが発生する恐れがあるとともに、時効工程でのCrおよびCu<sub>4</sub>Tiの析出硬化作用が損なわれ、合金を高強度化できなくなる。従って、少なくともこの温度域においては、0.5 ℃/s以上の冷却速度で鋳片を冷却する必要がある。好ましい冷却速度は、2 ℃/s以上であり、さらに好ましいのは10 ℃/s以上である。

### 【0029】

(B) 冷却後の加工温度を450 ℃以下の温度域で行うことについて

上記のように、本発明の安全工具用Cu合金の製造方法においては、鋳造して得た鋳片は、所定の条件で冷却された後、熱間圧延や溶体化処理等の熱間プロセスを経ることなく、加工と時効熱処理の組み合わせのみによって最終製品に至る。

### 【0030】

所定の工具形状にするための鍛造や圧延等の加工は、基本的には室温で行うが、450 ℃以下とするのが好ましい。従って、連続鋳造後の冷却過程で行ってもよい。この温度を超える温度域で加工を行う場合には、加工時にCu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crが粗大に析出し、加工性を低下させるとともに、さらに、最終製品の耐衝撃特性を低下させる場合がある。また、加工時に上記の析出物が粗大に析出すると、時効処理でCu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crを微細に析出させることができなくなり、安全工具用Cu合金として必要な高強度化が困難となる場合がある。

### 【0031】

上記の温度域での加工は、その加工度(断面減少率)を20%以上で行うことが望ましい。より好ましいのは50%以上である。このような加工度での加工を行えば、それによって導入された転位が時効処理時に析出核となるので、析出物の微細化をもたらし、また、析出に要する時間を短縮させ、耐火花発生性(熱伝導性)に有害な固溶元素の低減を早期に実現できるからである。

### 【0032】

(C) 時効処理条件を280～550℃の温度域で10分～72時間保持することについて  
時効処理は、Cu<sub>4</sub>Tiおよび金属Crを析出させて安全工具用Cu合金を高強度化し、あわせて耐火花発生性(熱伝導性)に害を及ぼす固溶元素(Cr、Ti等)を低減して耐火花発生性(熱伝導度)を向上させるのに有効である。ただし、その処理温度を280℃未満とすると、析出元素の拡散に長時間を要し、生産性を低下させる場合がある。一方、処理温度が550℃を超えると、析出物が粗大になりすぎて、析出効果作用により高強度化が図れないばかりか、加工性および耐衝撃特性が低下する場合がある。このため、時効処理を280～550℃の温度域で行うことが望ましい。望ましい時効処理温度は300～450℃、更に望ましいのは350～400℃である。

### 【0033】

時効処理時間を10分未満とすると、時効処理温度を高く設定しても所望の析出量を確保でききない場合があり、そして72時間を超えると、処理費用がかさむ。従って、280～550℃の温度域で時効処理を10分～72時間の範囲で行うのが望ましい。さらに望ましい時効処理時間は1～2時間である。

### 【0034】

なお、時効処理は、表面の酸化によるスケールの発生を防ぐために、還元性雰囲気中、不活性ガス雰囲気中または13.3Pa以下の真空中で行う。

### 【0035】

上記の加工と時効処理は、必要に応じて、繰り返して行ってもよい。繰り返し行えば、1回の処理(加工および時効処理)で行うよりも、短い時間で所望の析出量を得ることができるとともに、固溶元素を低減させて耐火花発生性(熱伝導度)を向上できるからである。また、複数の時効処理の間に加工をすることによ

り、析出核としての転位を導入できる析出物の分散を微細にし易く、高強度化も図れるという利点もある。このとき、例えば、処理を2回繰り返して行う場合には、1回目の時効処理温度よりも2回目の時効処理温度を若干低くする（20～70℃低くする）のがよい。このような熱処理を行えば、2回目の時効処理温度の方が高い場合、1回目の時効処理の際に生成した析出物が粗大化するからである。また、3回目以降の時効処理においても、上記と同様に、その前に行った時効処理温度より低くすればよい。

### 【0036】

#### (D) その他

本発明の安全工具用Cu合金の製造方法において、上記の製造条件以外の条件、例えば溶解、鋳造等の条件については特に限定はないが、例えば、下記のように行えばよい。

### 【0037】

溶解は、非酸化ないしは還元雰囲気下で行うのがよい。これは、溶鋼中の固溶酸素が多くなると後工程で、水蒸気を発生してプリスターを生成する、いわゆる水素病が起こるなど好ましくない現象が起こるからである。

### 【0038】

鋳片を得る方法は、生産性や凝固速度の点で連続鋳造が好ましいが、上述の条件を満たす方法であれば、他の方法、例えばインゴット法でも構わない。また、好ましい鋳込温度は1250℃以上である。さらに好ましいのは1350℃以上である。この温度であれば、CrおよびTiを十分溶解させることができ、またCr-Ti化合物を生成させないからである。

### 【0039】

連続鋳造により鋳片を得る場合には、Cu合金で通常行われる黒鉛モールドを用いる方法が潤滑性がよいので推奨されるが、モールド材質としては主要な合金元素であるTiやCrと反応しにくい耐火物、例えばジルコニアを用いる方がより好ましい。

### 【0040】

#### 【実施例】

## (実施例 1)

表1に示す化学組成を有するCu合金を高周波溶解炉にて真空溶製し、内径40mmの鋼製鋳型に深さ200 mmまで鋳込み、900 ℃から450 ℃までの温度域において噴霧冷却により所定の冷却速度で冷却し鋳片を得た。

## 【0041】

## 【表1】

表 1  
化 学 組 成 (単位:質量%、残部:Cuおよび不純物)

合金 No.	Cr	Ti	Sn	Mn	Co	Zr	Si	Mg	Fe	Al	Zn	Ni	P	①
1	0.3*	0.05*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.3*	6.0*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	4.0*	0.05*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0.4	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0.4	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0.4	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.4	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1.0	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	1.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	1.0	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	2.0	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	2.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	2.0	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	3.0	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	3.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	3.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	3.0	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	4.0*	6.0*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	—
22	1.0	2.0	0.40	—	—	—	0.50	—	—	0.50	—	—	1.400	—
23	1.0	2.0	0.40	—	—	0.20	1.00	—	—	0.20	—	—	1.800	—
24	1.0	2.0	0.40	—	—	0.05	0.01	—	0.30	—	1.00	0.001	1.761	—
25	1.0	2.0	—	—	0.01	—	—	1.00	0.20	0.50	—	0.001	1.711	—
26	1.0	2.0	0.40	—	—	0.50	—	—	0.50	—	0.30	0.01	0.100	1.810
27	1.0	2.0	0.30	—	—	0.70	0.40	—	0.30	—	0.01	—	—	1.710
28	1.0	2.0	0.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.400
29	1.0	2.0	1.00	—	—	0.01	—	0.01	—	—	—	—	0.150	1.170
30	1.0	2.0	0.40	—	0.20	—	—	—	0.20	1.00	—	—	—	1.800
31	1.0	2.0	0.40	0.01	0.01	—	0.10	—	—	0.20	—	—	—	0.720
32	1.0	2.0	0.20	—	0.40	—	0.50	0.01	—	—	0.01	0.05	—	1.170
33	1.0	2.0	—	—	0.20	—	0.30	—	—	—	0.20	0.50	—	1.200
34	1.0	2.0	—	—	1.00	0.30	0.50	—	—	—	0.10	0.10	—	2.000
35	1.0	2.0	—	—	0.50	0.40	—	—	—	—	—	0.80	—	1.700
36	1.0	2.0	—	0.01	—	0.05	—	—	0.01	—	—	—	—	0.070
37	1.0	2.0	—	0.50	—	—	0.80	—	0.01	—	0.50	—	—	1.810
38	1.0	2.0	—	0.60	0.40	—	1.00	—	—	—	—	—	—	2.000
39	1.0	2.0	—	1.00	—	0.30	0.50	—	0.01	—	—	—	—	1.810
40	1.0	2.0	—	—	0.50	—	0.50	—	0.20	0.08	—	0.10	—	1.380
41	1.0	2.0	0.01	—	0.50	—	—	—	—	1.00	—	0.40	—	1.910
42	1.0	2.0	—	—	—	1.00	—	—	—	—	—	—	—	1.000
43	1.0	2.0	0.01	—	0.50	—	0.80	—	0.20	0.08	—	0.50	—	2.090*
44	1.0	2.0	0.01	—	0.50	—	0.50	—	—	1.00	—	0.40	—	2.410*
45	1.0	2.0	0.01	—	0.50	2.50*	0.30	—	—	—	—	—	—	3.310*

注1) \* 印は、本発明で規定される範囲を外れていることを意味する。

注2) 「-」は、不純物レベルであること意味する。

注3) ①は、Sn, Mn, Co, Zr, Si, Mg, Fe, Al, Zn, NiおよびPの含有量の総量を意味する。

## 【0042】

その後、切断と切削により直径30mm、長さ180mmの鍛造素材を作製した。比較のために一部の鍛造素材については、950 ℃で溶体化熱処理を行った。これらの鍛造素材に室温にて直径20mmまで加工度56%の鍛造（1回目鍛造）を施し、所定の条件で時効処理（1回目時効）を施した後、更に室温にて直径15mmまで加工度44%の鍛造（2回目鍛造）を施し、所定の条件で時効処理（2回目時効）を施して供試材を作製した。一部の供試材については、1回目の鍛造を30mmから15mm（加工度：75%）とし、2回目の鍛造および時効処理は省略した。これらの製造条件を表2および3に示す。なお、表2および3において上記の溶体化処理を行った例は、比較例2および3である。

#### 【0043】

このように作製した供試材について、下記の手法により、粒径が $10\mu\text{m}$ 以上の析出物および介在物の単位面積当たりの個数、引張強度、導電率、熱伝導度および耐摩耗性（ビッカース硬度）を求める一方、耐火花発生性を調べた。これらの結果を表2および3に併記する。

#### 【0044】

##### ＜介在物の個数＞

各供試材の圧延面に垂直で、且つ圧延方向と平行な断面を鏡面研磨し、アンモニアおよび過酸化水素水を体積比9：1で混合した腐食液でエッチングした後、走査型電子顕微鏡により100倍の倍率で $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ の視野を観察し、析出物および介在物の長径（途中で粒界に接しない条件で粒内に最も長く引ける直線の長さ）を測定し、これを粒径と定義する。更に、粒径が $10\mu\text{m}$ 以上の析出物および介在物のうち、 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 視野の枠線を交差するものを $1/2$ 個、枠線内にあるものを1個として算出し、任意に選んだ10視野の平均値を個数と定義する。

#### 【0045】

##### ＜引張強度＞

上記の供試材からJIS Z 2201に規定される10号試験片を採取し、JIS Z 2241に規定される方法に従い、室温（25℃）での引張強さ [TS(MPa)] を求めた。

#### 【0046】

##### ＜導電率＞

上記の供試材から厚さ10mm×幅10mm×長さ60mmの試験片を採取し、試験片の長手方向に電流を流して試験片の両端の電位差を測定し、4端子法により電気抵抗を求めた。続いてマイクロメータで計測した試験片の体積から、単位体積当たりの電気抵抗（抵抗率）を算出し、多結晶純銅を焼鈍した標準試料の抵抗率 $1.72\mu\Omega\cdot\text{cm}$ との比から導電率〔IACS(%)〕を求めた。

#### 【0047】

##### 〈熱伝導度〉

熱伝導度〔TC(W/m·K)〕は、上記のようにして求めた導電率〔IACS(%)〕を、前述した図1中に記載の式「 $TC=14.804+3.8172\times IACS$ 」によって換算することにより求めた。

#### 【0048】

##### 〈耐摩耗性〉

供試材から幅10mm×長さ60mmの試験片を採取し、JIS Z 2244に規定される方法により、室温下（25°C）における荷重9.8Nでのビッカース硬度を測定した。

#### 【0049】

##### 〈耐火花発生性〉

回転数が12000rpmの卓上グラインダーを使用し、JIS G 0566に規定される火花試験方法に準じた火花試験を行い、目視により火花発生の有無を確認した。

#### 【0050】

【表2】

表 2

区分	合金 No.	製造条件			1回目鍛造			2回目鍛造			2回目時効			②		特性	
		冷却速度 (°C/s)	直徑 (mm)	温度 (°C)	時間 (h)	温度 (°C)	直徑 (mm)	温度 (°C)	直徑 (mm)	温度 (°C)	時間 (h)	引張 強度 (MPa)	導電率 (%)	熱伝導度 (W/m·K)	火花発生 の有無	耐摩耗性 ピッカース硬度	
1	5	10	25	20	400	2	25	15	350	10	69	952	35	148.41	なし	296.32	
2	6	10	25	20	400	2	25	15	350	10	21	1202	20	91.15	なし	368.39	
3	7	10	25	20	400	2	25	15	350	10	18	1279	17	79.70	なし	390.59	
4	8	10	25	20	400	2	25	15	350	10	73	901	57	232.38	なし	281.61	
5	9	10	25	20	400	2	25	15	350	10	72	988	31	133.14	なし	306.69	
6	10	10	25	20	400	2	25	15	350	10	16	1226	14	68.24	なし	375.31	
7	11	10	25	20	400	2	25	15	350	10	19	1298	12	60.61	なし	396.07	
8	12	10	25	20	400	2	25	15	350	10	82	902	60	243.84	なし	281.90	
9	13	10	25	20	400	2	25	15	350	10	49	1014	32	136.95	なし	314.19	
10	14	10	25	15	400	2	—	—	—	—	41	1111	20	91.15	なし	342.16	
11	14	10	25	20	400	2	25	15	350	10	18	1249	15	72.06	なし	381.94	
12	15	10	25	15	400	2	—	—	—	—	32	1120	13	64.43	なし	344.75	
13	15	10	25	20	400	2	25	15	350	10	10	1329	11	56.79	なし	405.01	
14	16	10	25	20	400	2	25	15	350	10	71	901	72	289.64	なし	281.61	
15	17	10	25	20	400	2	25	15	350	10	50	1018	32	136.95	なし	315.34	
16	18	10	25	20	400	2	25	15	350	10	26	1278	19	87.33	なし	390.30	
17	19	10	25	20	400	2	25	15	350	10	17	1349	12	60.61	なし	410.77	
18	21	10	25	20	400	2	25	15	350	10	49	1162	24	106.24	なし	356.86	
19	22	10	25	20	400	2	25	15	350	10	42	1161	29	125.50	なし	356.57	
20	23	10	25	20	400	2	25	15	350	10	43	1171	26	114.05	なし	359.46	
21	24	10	25	20	400	2	25	15	350	10	49	1160	27	117.87	なし	356.28	
22	25	10	25	20	400	2	25	15	350	10	39	1165	26	114.05	なし	357.73	
23	26	10	25	20	400	2	25	15	350	10	45	1164	24	106.42	なし	357.44	
24	27	10	25	20	400	2	25	15	350	10	39	1173	26	114.05	なし	360.03	

注1) ②は、「合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上ものの単位面積当たりの個数(個/mm<sup>2</sup>)」を意味する。

【表3】

表 3

区分	合金番号	製造条件						②				特性				
		冷却速度 (°C/s)	1回目鍛造 温度 (°C)	直径 (mm)	温度 (°C)	時間 (h)	2回目鍛造 温度 (°C)	直径 (mm)	温度 (°C)	時間 (h)	引張強度 (MPa)	導電率 (%)	熱伝導度 (W/m·K)	火花発生 の有無	耐摩耗性 ヒューカス硬度	
25	27	10	25	20	400	2	25	15	—	—	52	1002	19	87.33	なし 310.73	
26	28	10	25	20	400	2	25	15	350	10	43	1164	26	114.05	なし 357.44	
27	29	10	25	20	400	2	25	15	350	10	41	1167	26	114.05	なし 358.30	
28	30	10	25	20	400	2	25	15	350	10	38	1163	31	133.14	なし 357.15	
29	31	10	25	20	400	2	25	15	350	10	42	1171	23	102.60	なし 359.46	
30	32	10	25	20	400	2	25	15	350	10	37	1172	24	106.42	なし 359.74	
31	33	10	25	20	400	2	25	15	350	10	51	1169	24	106.42	なし 358.88	
32	34	10	25	20	400	2	25	15	350	10	50	1169	26	114.05	なし 358.88	
33	35	10	25	20	400	2	25	15	350	10	58	1164	26	114.05	なし 357.44	
34	36	10	25	20	400	2	25	15	350	10	52	1164	29	125.50	なし 357.44	
35	37	10	25	20	400	2	25	15	350	10	59	1169	28	121.69	なし 358.88	
36	38	10	25	20	400	2	25	15	350	10	48	1171	24	106.42	なし 359.46	
37	39	10	25	20	400	2	25	15	350	10	41	1169	24	106.42	なし 358.88	
38	40	10	25	20	400	2	25	15	350	10	39	1168	25	110.23	なし 358.59	
39	41	10	25	20	400	2	25	15	350	10	62	1163	29	125.50	なし 357.15	
40	42	10	25	20	400	2	25	15	350	10	55	1166	24	106.42	なし 357.73	
1	1	10	25	20	420	2	25	15	350	10	135*	555	16	75.88	なし 181.86	
比	2	2	10	25	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
較	3	3	10	25	20	400	2	25	15	350	10	140*	555	74	297.28	なし 181.86
4	4	10	25	20	400	2	25	15	350	10	126*	748	58	236.20	なし 237.50	
5	20	10	25	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
例	6	43	10	25	20	400	2	25	15	350	10	118*	879	8	45.34	あり 275.27
7	44	10	25	20	400	2	25	15	350	10	123*	875	8	45.34	あり 274.12	
8	45	10	25	20	400	2	25	15	350	10	131*	878	5	33.89	あり 274.98	

注1) ②は、「合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上のものの単位面積当たりの個数 (個/mm<sup>2</sup>) を意味する。

注2) \*印は、本発明で規定される範囲を外れていることを意味する。

## 【0052】

表2および表3に示すように、本発明例1～40では、化学組成および析出物および介在物の個数が本発明で規定される範囲にあるので、引張強度が900MPa以上

、導電率が10%以上と高く、火花試験においても火花は発生せず、安全工具用として十分な性能を有している。

### 【0053】

一方、比較例1～8は、化学組成が本発明で規定される範囲を外れているために、析出物および介在物の個数が本発明で規定される範囲を超えており、引張強度と伝導率のいずれかが悪く、安全工具用としての性能を有していない。また、比較例2および5は、1回目の鍛造で割れが発生したため、各特性を測定しなかった。

#### (実施例2)

次に、プロセスの影響を調査するために、表1に示すNo.29の化学組成を有するCu合金を高周波溶解炉で溶製し、内径40mmの鋼製鋳型に深さ200mmまで鋳込み、900℃から450℃までの温度域において噴霧冷却により所定の冷却速度で冷却し鋳片を得た。その後、切断と切削により直径30mm、長さ180mmの鍛造素材を作製し、各鋳片から表4および表5に示す条件で供試材を作製した。得られた供試材について、上記と同様に、析出物および介在物の個数、引張強度、導電率、熱伝導度、耐摩耗性(ビッカース硬度)ならびに耐火花発生性を調査した。これらの結果も表4および表5に併記する。

### 【0054】

【表4】

区 分 合 金 N <sub>1</sub>	冷却速度 (°C/s)	1回目鍛造			1回目時効			2回目鍛造			2回目時効		
		温度(°C)	直径(mm)	時間(h)	温度(°C)	時間(h)	雾圏気	温度(°C)	直径(mm)	温度(°C)	時間(h)	雾圏気	時間(h)
41 29	0.5	25	20	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
42 29	2.0	25	20	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
43 29	10.0	25	20	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
44 29	0.5	25	25	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
45 29	0.5	25	26	400	2	Ar	25	20	350	10	Ar		
46 29	0.5	25	26	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
47 29	0.5	25	26	400	2	Ar	25	20	350	10	Ar		
48 29	2.0	25	25	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
49 29	10.0	25	25	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar		
50 29	10.0	25	26	400	2	真空	25	15	350	10	Ar		
51 29	10.0	50	20	350	2	真空	25	15	350	10	Ar		
52 29	10.0	100	20	400	2	真空	25	15	350	10	Ar		
53 29	10.0	350	20	300	2	真空	25	15	350	10	Ar		
54 29	10.0	450	25	400	2	真空	25	15	350	10	Ar		
55 29	10.0	25	25	400	2	Ar	25	15	290	72	Ar		
56 29	10.0	25	20	400	1	Ar	25	15	350	10	Ar		
57 29	10.0	25	20	400	0.5	Ar	25	15	350	10	Ar		
58 29	10.0	25	20	400	0.17	Ar	25	15	350	10	Ar		
59 29	10.0	500*	28	400	2	真空	25	15	350	10	Ar		
60 29	10.0	25	28	250*	75*	Ar	25	15	350	10	Ar		
比較 例	9 29	0.2*	25	28	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar	
	10 29	0.2*	25	28	400	2	Ar	25	15	350	10	Ar	
	11 29	0.2*	25	28	600*	1	Ar	25	15	350	10	Ar	
	12 29	0.2*	25	28	400	2	大気	25	15	350	10	Ar	

注1) 雾圏気欄の「Ar」はアルゴンガス雾圏気、「真空」は13.3Paの真空中、「大気」は大気中で時効処理を行つたことを意味する。

注2) \*印は、本発明で規定される範囲または好ましい範囲を外れていることを意味する。

【表5】

表 5 (表4の続き)

区分	合金 No.	製造条件			特性				
		3回目鍛造 温度(°C)	直溝 直径(mm)	3回目時効 温度(°C)	時効(h)	② 引張強度 (MPa)	導電率 (W/m·K)	熱伝導度 (W/m·K)	火花発生 の有無
41	29	-	-	-	-	90	980	40	167.49 なし
42	29	-	-	-	-	61	1020	34	144.59 なし
43	29	-	-	-	-	49	1072	36	152.22 なし
44	29	-	-	-	-	50	1055	37	156.04 なし
45	29	25	10	300	1	Ar	38	1205	21
46	29	25	10	300	2	Ar	29	1232	20
本 発 明 例	47	29	25	10	350	1	Ar	30	1228
	48	29	-	-	-	-	42	1072	37
	49	29	-	-	-	-	48	1065	36
	50	29	-	-	-	-	42	1060	37
	51	29	-	-	-	-	40	1064	38
	52	29	-	-	-	-	55	1021	38
	53	29	-	-	-	-	69	991	42
	54	29	-	-	-	-	85	920	45
	55	29	-	-	-	-	49	1041	35
	56	29	-	-	-	-	58	970	41
	57	29	-	-	-	-	64	980	43
	58	29	-	-	-	-	89	982	43
	59	29	-	-	-	-	88	920	12
	60	29	-	-	-	-	90	905	10
比 較 例	9	29	-	-	-	-	120*	720	8
	10	29	-	-	-	-	118*	750	8
	11	29	-	-	-	-	116*	731	5
	12	29	-	-	-	-	110*	722	7

注1) ②は、「合金中に存在する析出物および介在物のうち粒径が10μm以上のものの単位面積当たりの個数(個/mm<sup>2</sup>)」を意味する。

注2) 雰囲気炉の「Ar」はアルゴンガス雰囲気、「真空」は13.3Paの真空中、「大気」は大気中で時効処理を行つたことを意味する。

注3) \*印は、本発明で規定される範囲または好ましい範囲を外れていることを意味する。

## 【0056】

表4および表5に示すように、本発明例41～60では、冷却条件、鍛造条件および時効処理条件のいずれもが本発明で規定される範囲にあるので、析出物および介在物の個数が本発明で規定される範囲の安全工具用Cu合金を製造することができます。

きた。このため、本発明例ではいずれも、引張強度が高く、しかも導電率(熱伝導度)も高いため、火花試験において火花は発生しなかった。ただし、本発明例59は1回目の鍛造温度が本発明で規定される好ましい範囲を、また本発明例60は1回目の時効処理の条件が本発明で規定される好ましい範囲を外れているため、他の本発明例に比べて引張強度、電導率、熱伝導度およびビックカース硬度が低目である。

#### 【0057】

一方、比較例9～12では、冷却速度が本発明で規定される範囲を下回る。このため、比較例9～12は、引張強度およびビックカース硬度がともに低く、導電率および熱伝導度も低く、いずれも火花試験において火花が発生した。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、引張強度と導電率(熱伝導度)が高く、使用時に火花が発生することのない環境に優しい安全工具用Cu合金とその製造方法を提供することができる。

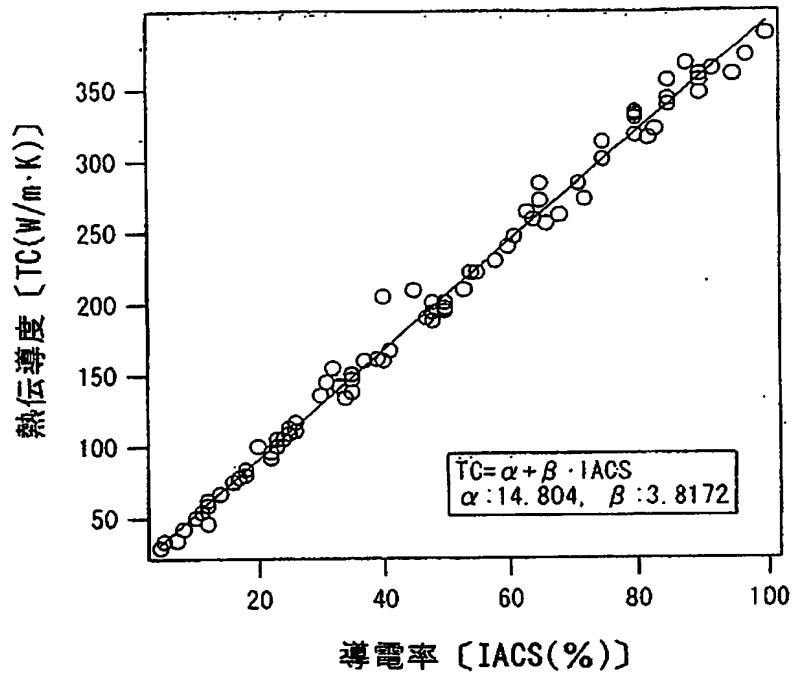
##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

非特許文献1に記載されたBe等の有害元素を含まないCu合金の伝導率と熱伝導度との関係を整理したものである。

【書類名】 図面

【図1】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】Be等の環境に有害な元素を用いない高強度かつ高導電率(高熱伝導度)であって、使用中に火花が発生することがない安全工具用Cu合金とその製法の提供。

【解決手段】(1)Cr:0.4~3.0%およびTi:0.1~5.0%を含有し、残部:Cuおよび不純物からなり、10 $\mu$ m以上の析出物および介在物の単位面積当たりの個数が合計で100個/mm<sup>2</sup>以下である安全工具用Cu合金。Cuの一部に代えて、Sn、Mn、Co、Zr、Si、Mg、Fe、Al、Zn、NiおよびPの1種以上を総量で0.001~2.0%含有してもよい。このCu合金は、溶製、鋳造後、少なくとも鋳造直後の鋳片温度から450℃までの温度域において、0.5℃/s以上の冷却速度で冷却することにより得られる。この冷却後、450℃以下の温度域で加工した後、280~550℃の温度域で10分~72時間保持する熱処理に供することが望ましく、この加工および熱処理を複数回行うことが更に望ましい。

【選択図】なし

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-134745
受付番号	50300792719
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 5月14日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 5月13日
-------	-------------

次頁無

特願 2003-134745

出願人履歴情報

識別番号 [000002118]

1. 変更年月日 1990年 8月16日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

氏名 住友金属工業株式会社